

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-272431
(P2001-272431A)

(43)公開日 平成13年10月5日(2001.10.5)

(51)Int.Cl. ¹	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
G 0 1 R 31/02 1/06		C 0 1 R 31/02 1/06	E F
31/28 31/302		H 0 5 K 3/00 C 0 1 R 31/28	T K
審査請求 有 請求項の数10 O L 外国語出願 (全 39 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願2001-26872(P2001-26872)
(22)出願日 平成13年2月2日(2001.2.2)
(31)優先権主張番号 09/496878
(32)優先日 平成12年2月2日(2000.2.2)
(33)優先権主張国 米国 (US)

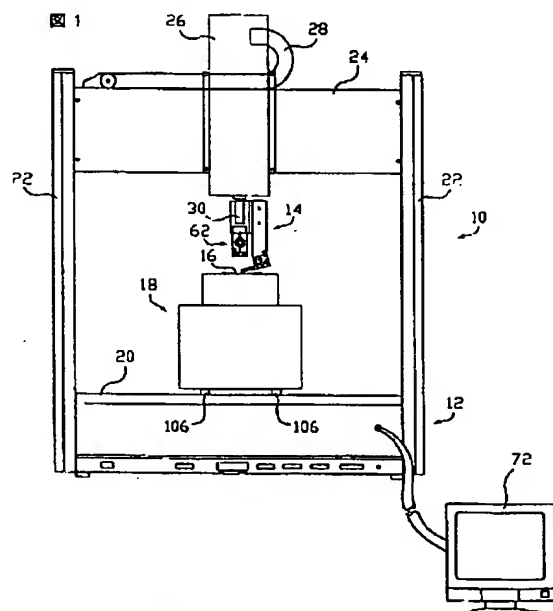
(71)出願人 598106371
デラウェア キャピタル フォーメーショ
ン, インコーポレイティド
アメリカ合衆国, デラウェア 19803-
2755, ウィルミントン, スイート 102,
フォウク ロード 1403
(72)発明者 マーク エー. スワート
アメリカ合衆国, カリフォルニア 92807,
アナハイム ヒルズ, イースト ディスバ
リー コート 5329
(74)代理人 10007/517
弁理士 石田 敬 (外4名)

(54)【発明の名称】 間隔が密なテスト部位のための走査式試験機

(57)【要約】

【課題】 間隔が密な回路板上のテスト場所をテストする能力をもつプリント回路板のための走査式テスト。

【解決手段】 本テストには、回路板の上方に位置づけられ3次元の面内を移動可能なテストヘッドをもつデスクトップロボットが含まれている。テストヘッドには、プリント回路板のテスト場所を付勢するためテストヘッドの端部に取付けられたプラズマ源といった無接触エネルギー源が含まれている。プリント回路板は、テスト信号を電子テストアナライザに送るべくプリント回路板の第2の表面と接触するために複数のトランスレータピン及びトランスレータプレートをもつテスト固定具の上に取りつけられている。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 プリント回路板のためのテストにおいて、
プリント回路板を取付けるための固定具、及び回路板の部位をテストするため回路板のテスト回路を付勢するための無接触エネルギー源を内含する、固定具の上に取付けられたテストヘッド、を含んで成るテスト。

【請求項2】 前記無接触エネルギー源がプラズマである、請求項1に記載のテスト。

【請求項3】 前記テストヘッドには、
プラズマ貯蔵部と、
プラズマガスカラムを送り出すためプラズマ貯蔵部に結合されたノズルと、
プラズマガスを点火するための点火装置と、を含んで成る、請求項1に記載のテスト。

【請求項4】 三次元の面内で、前記テストヘッドを移動させるためのテストヘッドに結合されたロボットをさらに含んで成る、請求項1に記載のテスト。

【請求項5】 前記固定具は、回路板の第2の表面と接触するようテストプローブを収納し支持するためのトランスレータプレート内に整列し選択したパターンの穴をもつ、複数の基本的に平行で垂直方向に離隔されたトランスレータプレートを有するトランスレータ固定具である、請求項1に記載のテスト。

【請求項6】 前記テストヘッドはロボットのスピンドルに取付けられており、エネルギー源は、回路板にプラズマガスの点火されたカラムを当てるためにスピンドルに取付けられたプラズマ源である、請求項4に記載のテスト。

【請求項7】 プリント回路板のためのテストにおいて、テストすべきプリント回路板を取付けるためのテスト固定具と、
回路板の部位をテストするべく回路板を付勢するための無接触手段をもつ固定具の上に取付けられたテストヘッドと、
3次元の面内でテストヘッドを移動するべくテストヘッドに結合されたロボットと、を含んで成る、プリント回路板用のテスト。

【請求項8】 前記テスト固定具には、回路板の第2の表面と接触するようテストプローブを収納し支持するため固定具プレート内に整列し選択されたパターンの穴をもつ複数の基本的に平行で垂直方向に離隔された固定具プレートが内含されている、請求項7に記載のテスト。

【請求項9】 前記無接触手段が、回路板上にレーザービームを当てるためテストヘッドの端部にしっかりと取付けられたプラズマ源である、請求項7に記載のテスト。

【請求項10】 前記プラズマ源には、
プラズマ貯蔵部と、
プラズマガスカラムを送り出すために貯蔵部と結合され

ているノズルと、
プラズマガスを点火するための点火装置と、を含んで成る、請求項9に記載のテスト。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本出願は、本明細書に参考として内含されている1998年9月23日付で提出された出願(USP)第09/158,823号の一部継続出願である1999年1月21日に提出された出願(USP)第09/235,041号の一部継続出願である。

【0002】本発明は、プリント回路板の自動テスト作業、より特定的には、回路を付勢しテスト信号を生成するべくテスト部位と接触した状態にするプリント回路板の表面に対して向けられたプラズマガスを使用することによって、プリント回路板の表面上の密に配置されたテスト部位をテストするための走査式試験機に関する。

【0003】

【従来の技術】プリント回路板を検査するための自動式テスト機器には、長い間、回路板がテスト作業中取付けられる「釘台」テスト固定具の使用が関与してきた。このテスト固定具は、テスト中ユニット又は「UUT」とも呼ばれるテストを受けている最中、回路板上の指定されたテスト箇所とバネ圧下で電氣的に接触するように配列された多数のバネ付釘状テストプローブを有している。プリント回路板上に配置されたどのような特定の回路もその他の回路と異なっている可能性があり、その結果、回路板内のテスト箇所と接触するための釘配列の台はその特定の回路板向けにカスタマイズする必要がある。テストすべき回路が設計された時点で、その検査において使用されるべきテスト箇所のパターンが選択され、対応する配列のテストプローブがテスト固定具中に構成される。これには標準的に、テストプローブのカスタマイズされた配列に整合するようにプローブプレート内に1パターンの穴を削孔すること、そして次に削孔されたプローブプレートの穴の中にテストプローブを取りつけることが関与する。回路板は、次に、テストプローブの配列上に載せられた固定具に取りつけられる。テスト作業の間バネ付プローブは、テスト中の回路板上のテスト箇所とバネ圧により接触する。電氣的テスト信号がこのとき、回路板からテストプローブへそして次に固定具の外部まで伝送され、回路板上の回路内のさまざまなテスト箇所間の連続性又はその連続欠陥を検出する高速電子テストアナライザと通信できるようになっている。

【0004】テストプローブ及びテスト中の回路板を、テストを目的として圧力により接触させるために、過去にさまざまなアプローチがこれまでに行われてきた。これらの固定具の1つの部類としては、プローブから外部電子制御式テストアナライザまでテスト信号を伝送する上で使用するためテストプローブが個別に、別々のインタフェース接点に配線されている「配線式テスト固定

具」である。これらの配線式テスト固定具は、回路板を押圧してテストプローブと接触させるためテスト作業中にテスト固定具ハウジングの内部に真空が加えられることから、「真空テスト固定具」と呼ばれることが多い。テスト作業中にプローブと接触するように回路板を押圧するため必要なバネ力を加える真空以外の機械的手段を使用することによって、類似の構造のカスタマイズされた配線式テスト固定具も作ることができる。

【0005】配線式テスト固定具内で使用するためのテストプローブ、インタフェースピン及びトランスファピンのワイヤ巻付け又はその他の接続は、多大な時間を必要とする可能性がある。しかしながらカスタマイズされた配線式テスト固定具は、より大型でより複雑かつ高価な電子テストアナライザの使用が実用的でない少量生産の回路板及び複雑なテスト箇所配置をもつ回路板をテストする上で特に有用である。

【0006】前述した通り、カスタマイズされた配線式テスト固定具は、固定具から外部回路テストまで信号を伝送するための1つの部類の固定具である。もう1つの部類のテスト固定具は、受け側の格子状パターンに配列されたインタフェースピンにテスト信号を伝送するトランスレータピンが、回路板上のランダムなパターンのテスト箇所接触到している、「格子型固定具」としても知られたいわゆる「専用」テスト固定具である。これらの格子型のテストにおいては、固定具は一般に、カスタマイズされた配線式テスト固定具に比べ、複雑でなく単純である。

【0007】標準的な専用又は格子固定具には、格子ベース内のテストプローブを電子テストアナライザ内の対応するテスト回路に接続する莫大な数のスイッチを伴うテスト電子装置が収納されている。格子テストの一実施形態においては、40,000個ものスイッチが使用される。このようなテスト上で裸の回路板をテストするとき、トランスレータ固定具が、格子ベース内のテストプローブの格子（グリッド）パターンとテスト中の回路板上のテスト箇所のオフグリッドパターンの間で通信するトランスレータピンを支持する。1つの先行技術の格子固定具においては、いわゆる「ティルトピン」がトランスレータピンとして使用される。ティルトピンは、トランスレータ固定具の一部を成すトランスレータプレート内の対応する予め削孔した穴の中に取りつけられた真直ぐな中実ピンである。ティルトピンは、回路板上のテスト箇所のオフグリッドのランダムなパターンから格子ベース内のテスト箇所の格子パターンへと個別のテスト信号を運ぶべくさまざまな向きに傾動可能である。

【0008】トランスレータ固定具は、Lexan といったようなプラスチック材料でできた複数のトランスレータプレートで構築し組立てることができる。トランスレータプレートは固定具内で、固定具の周囲においてスペースをとる「隔離絶縁（スタンドオフ）」を形成するべく

互いに垂直方向に整列し対応するスペーサの間に積層されている。スペーサは、互いから垂直方向に離隔し互いに適度に平行である固定位置でトランスレータプレートを保持する。固定具の各レベルにあるトランスレータプレートは、トランスレータ固定具内の各々のティルトピンの位置を制御する予め削孔された整列穴パターンを有する。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】プリント回路板上のテスト箇所が互いに非常に近接して位置づけられかつ非常に薄い場合、これらのタイプのテスト固定具に付随していくつかの問題が存在する。個々のテスト箇所は一般にテストパッドと呼ばれ、一群のテストパッドが一般にテストバックとして知られている。ティルトピンが非常に薄いテストパッドと接触した時、パッドは、ティルトピンにより圧壊又は湾曲され得る。テストパッドに対する損傷度により、又それらがどれほど接近して位置づけられているかにより、個々のパッドをテスト中に共に永久的に短絡させる可能性がある。

【0010】これらのタイプのテスト固定具で発生する第2の問題は、パッドの間隔が非常に近接している場合その1つのテストバックについて正確なテスト結果を得るのがむずかしいということにある。パッド間隔がこのように近接しているときバック内の各パッドに対しティルトピンを導くのは非常に困難になる。テストピンのわずかな心ずれもテスト結果に影響を及ぼしテストの精度を低下させる可能性がある。

【0011】第3の問題点は、テストバックが球格子アレイ（BGA）又は四平面バック（QFP）として形成された場合のように、テストプローブの格子密度よりも大きいパッド格子密度をもつバックについて見られるものである。このようなケースでは、各テストパッドをテストするのに利用可能なトランスレータピンが十分に存在せず、バックの完全なテストは不可能である。

【0012】これらの問題に対処するために、小規模テストバックをもつ回路板を正確かつ安全にテストすることのできるプリント回路板テスト固定具が開発された。このテスト固定具は、間隔が非常に近接している一群のテスト箇所をテストしなければならないプリント回路板において対応する場所に位置づけされる空気圧起動式の短絡用プレートを含んでいる。テスト中のユニットと短絡用プレートがかみ合わせることができるよう短絡用プレートの寸法に対応する穴が、上部トランスレータプレートを貫通してカットされた。テスト箇所に対する電気的接続のため短絡用プレートの上部表面全体にわたり、しなやかな導電性媒体の一つの層が取付けられた。短絡用プレートには、トランスレータプレートの層を通して下向きに延びる空気シリンダに取付けるためのスナップばめが付いていた。固定具の下部トランスレータプレートにしっかりと固定されたベースソケットの中にはめ込

まれるベースプラグによって、空気シリンダは、固定具の底面に取り付けられた。

【0013】テスト中のユニットのテスト作業中、空気シリンダは付勢され、短絡用プレートをテストバックと接触するようにもち上げ、テスト箇所を曲げたり損傷したりすることなくそれらをテストのために有効に短絡させた。この方法に付随する問題点は、テスト作業中にテスト部位全てが短絡されることから、バック内の単数又は複数の個々のテスト部位が誤って一緒に短絡されているか否かを見極めることができない、という点にある。

【0014】間隔が密なテストバックをテストするための代替的方法は、バック内の各々の個別パッドに触れるプローバを用いるものである。この方法は、非常に時間のかかるプロセスであることから望ましくない。この結果、小規模の又は密に間隔どりされたテスト部位をもつプリント回路板をテストし、正確、安全かつ迅速にテスト結果をもたらすテスト機器に対するニーズが存在する。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明は、プリント回路板上の間隔が近接したテスト部位をテストするための走査式試験機を含んで成る。該走査式試験機は、テスト場所を走査するべくテスト部位の上面を横断して移動するロボット的に制御されるワイバブラシを備えている。該走査式試験機は、テストされるべきプリント回路板全体にわたり位置づけされるテストヘッドをもつデスクトップアセンブリロボットを備えている。テストヘッドは、プリント回路板の表面上に位置づけされたテスト部位を走査するべくテストパッドと接触した状態でプリント回路板の表面を横断して移動させられるワイバブラシを含む。プリント回路板は、アセンブリロボットのベース上に置かれたテスト固定具の上に置かれ、テスト固定具は、プリント回路板の裏面上にあるテスト部位と接触するための複数のテストプローブを含む。ワイバブラシ及び専用固定具の両方から生成されたテスト信号は、電子的に制御された外部のテストアナライザへと伝送される。ワイバブラシは同様に、フライングプローバと組合わせて使用することもできる。

【0016】他の実施形態においては、導電性ローラアセンブリが、テスト固定具上のプリント回路板押えブロックの1つの近くに取付けられている。このローラアセンブリには、テスト部位からテストアナライザまでテスト信号を伝送するべく回路板の表面を横断して移動させられるローラに取付けられた導電性クロスを含む。第2の実施形態では、本発明の走査式テスト装置は、回路板の反対側に置かれ、テスト固定具に対して回路を付勢することおよびテスト信号を生成するべくテスト中のユニット全体にわたり位置づけされるレーザ、電子ビーム又はその他の無接触エネルギー源を内含している。具体的には、好ましい無接触エネルギー源は、点火されたプラズマ

ガスカラムである。

【0017】本発明のこれらの及びその他の態様については、添付図面中で以下の詳細な記述を参考により、より完全に理解できる。

【0018】

【発明の実施の形態】本発明の走査式試験機10は図1に示されている。走査式試験機は、テストすべきプリント回路板又はUUT16の上方に位置づけされたテストヘッド14をもつデスクトップアセンブリロボット12を含んで成る。UUTは、ロボット12のベース20上に位置設定されたテスト固定具18上に置かれている。ロボット12は、ベース20の各々の側に連結された垂直方向支柱22を含む。垂直方向支柱は、それがベースの側面に沿って前後に移動できるようにベースの側面に沿って取付けられた軌道（図示せず）に沿ってベース20のそれぞれの側面に結合されている。ベース20の上にある垂直方向支柱の上部部分の間にはガントリ24がしっかりと結合されている。ガントリ24に取付けられているのは、ガントリに沿って側面から側面まで移動可能であるロボットヘッド26である。ロボットヘッドに結合された配線軌道28を通してロボットヘッドに対し電力が供給される。ロボットヘッドの下端部には、いずれの方向でも360度回転できるスピンドル30がある。ガントリ24は、垂直方向支柱の長さ方向に沿ってガントリ及びロボットヘッドが垂直方向に上下に移動され得るような形で、軌道（図示せず）に沿って垂直方向支柱22に結合されている。適切なロボットは、ソニー製CASTPRO機であろう。

【0019】テストヘッド14は、スピンドルに結合され、図2及び3に詳細に示されている。図2及び3を参照すると、テストヘッド14は、ロボットスピンドル30に締めつけられた取付け用ブロック32を内含する。取付け用ブロックの片面に沿って結合されているのは、テスト中のプリント回路板又はユニット16に向かって下向きに延びるサポートアーム34である。サポートアーム34の下端部に位置づけられているのは、図4にさらに詳しく示されている角度付け取付け台36である。角度付け取付け台36より下に調整用アーム38が取付けられ、角度付け取付け台36から下向きに延びるフランジ40（図3参照）により、角度付け取付け台に結合されている。フランジ40は、フランジ42を角度付け取付け台36に締めつけるプレート42により、角度付け取付け台の側面内の凹部に沿ってしっかりと固定される。調整用アーム38は、ボルト44によってフランジ40の下端部に固定されている。調整用アームの角度は、このアームの上部表面に対して、角度付け取付け台36を貫通するボルト46によって調整可能である。ボルト46は、角度付け取付け台38の上部表面に対し圧力を加える同じく取付け用ブロック36内の溝50の内部に位置づけされたバネ48を圧縮するように調整さ

れる。

【0020】調整用アーム38の端部にはワイパーブラシ52が位置づけられ、図5を見れば最も良くわかるように調整用アームの上部表面にしっかりと固定されたクランプ54により所定の位置に保持される。ワイパーブラシ52は、クランプ54と調整用アーム38の間で、ブラシワイヤ58の長さ方向に直角に延びるワイパーバー56によって保持されている。図6を見れば最も良くわかるように、ワイパーブラシ52は、好ましくは各々直径0.003インチの複数の個々のブラシワイヤ58を含む。複数の小さな直径のブラシワイヤは、互いに独立したしなやかさをもち、各ワイヤはテストパッド又は部位よりも小さい接触面積を持つ。ワイパーブラシは、テスト中のユニットについての特定の必要条件に応じて、任意の望まれる数のブラシワイヤを内含することができる。ブラシを使用することに加えて、ワイパーは、改良型フレキシブル回線、導電性クロス又はその他のしなやかな導電性材料でありうる。以下でさらに詳述するように、ワイパーブラシは、テスト信号を走査するべくテスト部位60に連続して接触するような形でテスト中のユニット16の上部表面を横断して移動させられる。

【0021】ここで再び図1及び2を参照すると、テストヘッドは同様に、取付け用ブロック32の下部表面に結合されたカメラアセンブリ62を含む。図7にも示されているように、カメラアセンブリ62は、カメラ66を取付け用ブロック32に締めつけるためのハウジング64を含む。カメラは、典型的に、E1m0421Eといった小型CCDカメラである。ハウジングは、テスト中テスト部位の場所を検分するためコンピュータ端末72に対しテスト部位の位置の画像を映すためのミラー70及びライト68を含む。

【0022】前述のとおり、テスト中のユニット16は、図8及び9により詳細に示されているようにテスト固定具18上に取付けられている。図示されているテスト固定具は、スペーサ80によって分離された複数のトランスレータプレート78をもつトランスレータ固定具76の上部プレート74の上にテスト中のユニットが取付けられている専用固定具である。トランスレータプレートは、テスト中のユニットの下部表面上に置かれたテスト部位のパターンに対応する行及び列方向に間隔を置いて配置されている予め削孔された複数の穴を含む。トランスレータ固定具は、トランスレータプレート内の事前削孔穴の内部に取付けられた複数のトランスレータピン又はテストプローブ82を支持する。特定の利用分野に応じて、テストプローブは、真直ぐな中実トランスレータピンか又は従来のバネプローブであってもよい。好ましくは、テストプローブは従来のバネプローブである。テストプローブは、テスト中のユニットの底面上にあるテスト部位と接触するよう上部プレート74を通して延びる。テストプローブの下端部は、下部固定具88

の中に置かれたテストプローブ86に対しテスト信号を中継するため固定具配線84を収容するためのワイヤ巻付け尾部を有する。

【0023】トランスレータ固定具は、Lexanといったようなプラスチック材料で作られた複数のトランスレータプレートと共に構築及び組立てることができる。トランスレータプレートは、トランスレータ固定具を下部固定具88の上に支持するスペーサ80によって分離されている。下部固定具は、付加的なテスト電子装置を収納するハウジング90を含んでいる。ハウジングの内部にあるのは、第2の回路板に載置された端子ブロック94上に取り付けられた端子ブロックである。端子ブロック92及び回路板取付け端子ブロック94は、テストプローブ86を収容するべく整列された複数の予め削孔された穴を有する。ブロック92及び94は、スイッチカード回路板96上に置かれている。スイッチカード回路板は、エッジカードコネクタ100によりスイッチカード回路板の下部表面に接続されたスイッチカード98までテスト信号を中継するための電気接続を内含している。スイッチカードは、導管102を通して外部電子テストアナライザー（図示せず）内の対応するテスト回路にテストプローブ86を接続する一定数のスイッチを伴う電子部品99を収納している。スイッチカード回路板96は、垂直方向支柱104によってハウジング90内部で支持されている。専用固定具18全体は、トランスレータ固定具全体がベースに沿ってロボットの前から後ろへと移動され得るような形で、ベース貫通軌道（図示せず）に取り付けられたサポートブロック106により、ロボット12のベース20に結合されている。

【0024】専用固定具は、テスト中のユニットの両面をテストできるような形でロボット上に位置づけされているものの、テスト中のユニットの1つの面のみがテスト部位の場所を含んでいる場合には、テスト中のユニットをロボットのベースのサポートの上に置くことができ、望ましいテスト場所を走査するためにワイパーブラシを使用することができるということを理解すべきである。代替的には、ロボットのベース上にテスト中のユニットを支持するように、その他のタイプのテスト固定具を使用することも可能である。

【0025】ここで図10に示すように、本発明の走査式テストには同様に、テスト部位から外部テスト電子装置までテスト信号を伝送するための導電性ローラアセンブリ108も内含することができる。導電性ローラアセンブリには、テスト中ユニットの押付ブロック112に付けられたハウジング110を含む。このハウジングは、導電性ローラ114を前後に移動させるためリニアモータまたは空気圧式アクチュエータ（図示せず）を収納している。ローラは、テスト信号を伝送するため、クロス又はラバーといったような導電性材料の層を有する。導電性ローラは、リニアモータ又は空気圧アクチュ

エータに連結されたフィンガ116に取付けられている。フィンガ116は、それがテスト中ユニットの表面を横断して前後に移動され得るようにハウジングの側面に沿って付けられたスロット118を使ってハウジング110内へと延びている。導電性ローラは、ワイパーブラシと並行に配線され、テスト信号を伝送するためワイパーブラシと組合せた形で又はそれとは別の形で使用することができる。導電性ローラは、その引込み位置120と引出し位置122の両方で示されている。

【0026】使用にあたっては、ロボットはテストヘッドを所定の位置まで移動させ、ワイパーブラシがテスト中ユニットのテスト部位と連続的に接触してテスト信号を外部テスト電子装置に伝送するようにする。テスト中ユニットの下部表面テスト部位からのテスト信号は、専用固定具を通して外部テスト電子装置まで伝送される。さらに、テスト信号は同様に導電性ローラを通して外部テスト電子装置まで伝送され得る。ロボットによるテストヘッドの動きは、テスト中ユニットの特定のテスト部位パターンに対してプログラミングされたソフトウェアにより制御される。ワイパーブラシは、望まれた場合各々のテスト場所を個別に接触することにより、迅速に、間隔の近接したテスト部位のテスト作業を実施する。

【0027】図11は、フライングアローバ132と組合わせた状態のワイパーアセンブリ130を例示する。フライングアローバ132は、ロッド136に位置づけられた本体部分134及びワイパーアセンブリ130を支持するための本体部分から延びるアーム138を内含している。フライングアローバは、テスト部位を横断してワイパーブラシ140を移動させるため回転できると同様に、x、y、及びz方向に移動する一般的なアローバである。

【0028】図12は、本発明の好ましい実施形態の走査式試験機210を例示する。走査式試験機210は、図1に関連して図示し記述した通りのデスクトップアセンブリロボット12を備えている。ロボット12は、ロボットのスピンドル30に取付けられた無接触エネルギー源212を含む。無接触エネルギー源212は、刺激された放射線放出による光増幅を提供するための反転分布および正のフィードバックを提供するための光学共振空洞を用いる光学放射を生成するレーザ、又は電子ビームを生成し制御する電極構造を含む電子銃であってもよい。その他のエネルギー生成用無接触デバイスも考慮されている。無接触エネルギー源212は、テスト中ユニット16の上に位置づけられ、テスト中ユニットの回路を付勢するためにこのユニット上にレーザビーム又は電子ビームを当てる。

【0029】好ましい無接触エネルギー源212はプラズマである。図13に示されているように、供給源212には、プラズマの貯蔵部214が含まれる。プラズマは、ノズル216へと供給され、このノズルがプラズマ

ガスカラム218をプレート220を通して導く。プラズマガスカラムは、テスト中ユニットを付勢するべく点火装置222により点火される。テスト中ユニットが付勢された状態で、テスト固定具18内にあるテストアローバ82は、図8及び9を参照しながら詳述した通り、外部テスト電子装置へとテスト信号を送る。

【0030】本発明をその好ましい実施形態に関連して記述し例示してきたが、本発明はそれに制限されるものではなく、以下に請求する本発明の全ての意図された範囲内に入る変更及び修正をそれに加えることができるということを理解すべきである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の走査式試験機の正面図である。

【図2】図1の走査式試験機のテストヘッドアセンブリの正面図である。

【図3】図2のテストヘッドの側面図である。

【図4】図3のテストヘッドのワイパーブラシアセンブリの正面図である。

【図5】図4のワイパーブラシアセンブリの拡大図である。

【図6】図5のワイパーブラシの平面図である。

【図7】図2のテストヘッドのカメラアセンブリの側面図である。

【図8】図1のテスト固定具の正面図である。

【図9】図8のテスト固定具の側面図である。

【図10】図1の走査式試験機のためのオプションであるローラアセンブリの側面詳細図である。

【図11】フライングアローバと組合わせた形のワイパーブラシアセンブリの概略的側面図である。

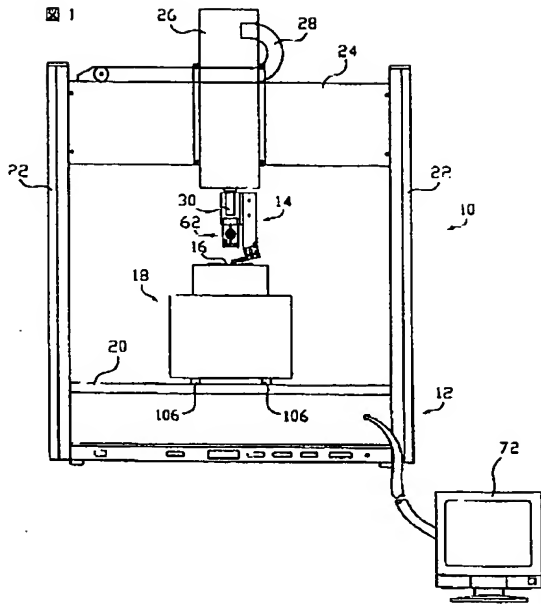
【図12】無接触エネルギー源を内蔵する本発明の走査式試験機の正面図である。

【図13】プラズマ源を内含する図12の無接触エネルギー源の詳細図である。

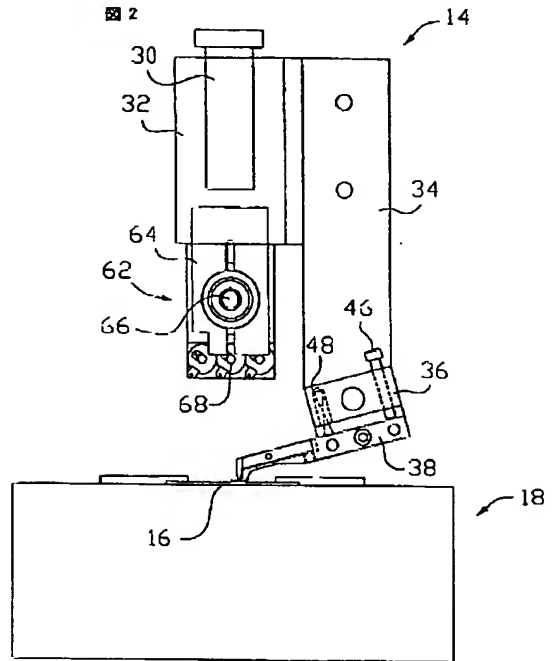
【符号の説明】

- 10…走査式試験機
- 12…デスクトップアセンブリロボット
- 14…テストヘッド
- 16…テスト中のユニット
- 18…テスト固定具
- 26…ロボットヘッド
- 30…スピンドル
- 32…取付けブロック
- 34…サポートアーム
- 36…角度付け取付け台
- 38…調整用アーム
- 52…ワイパーブラシ
- 76…トランスレータ固定具
- 82, 86…テストアローバ
- 212…無接触エネルギー源

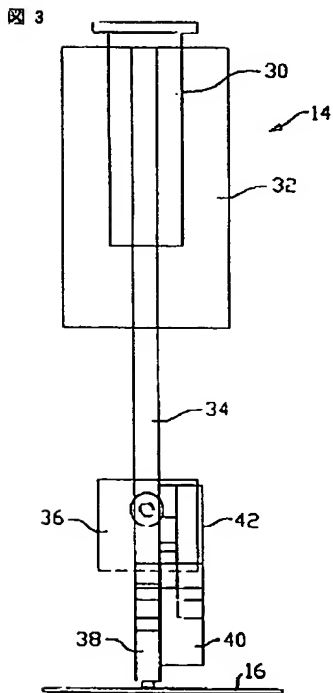
【図1】



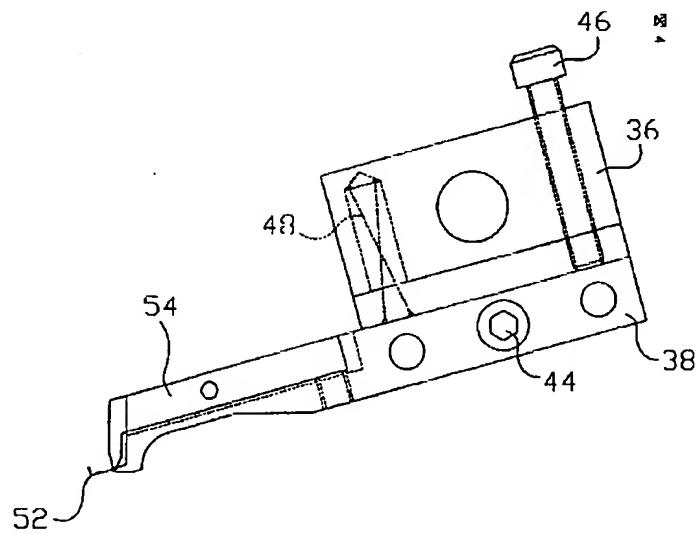
【図2】



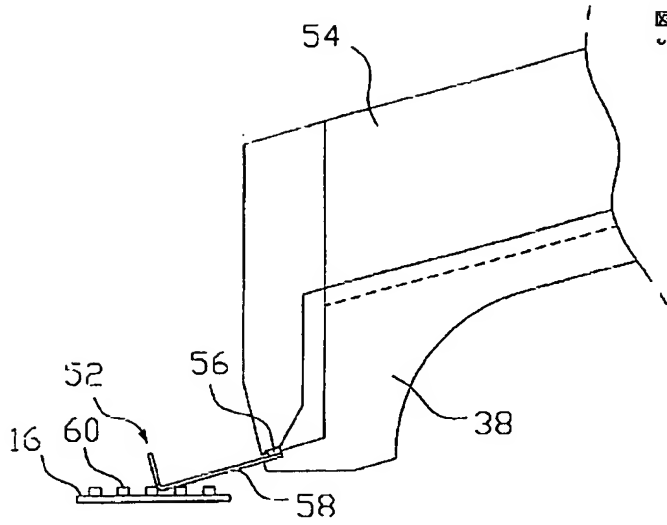
【図3】



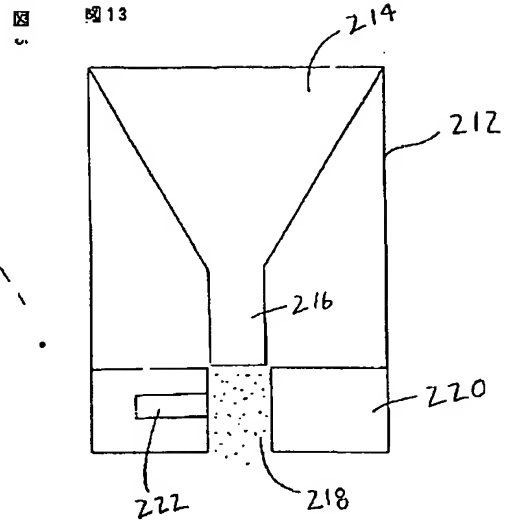
【図4】



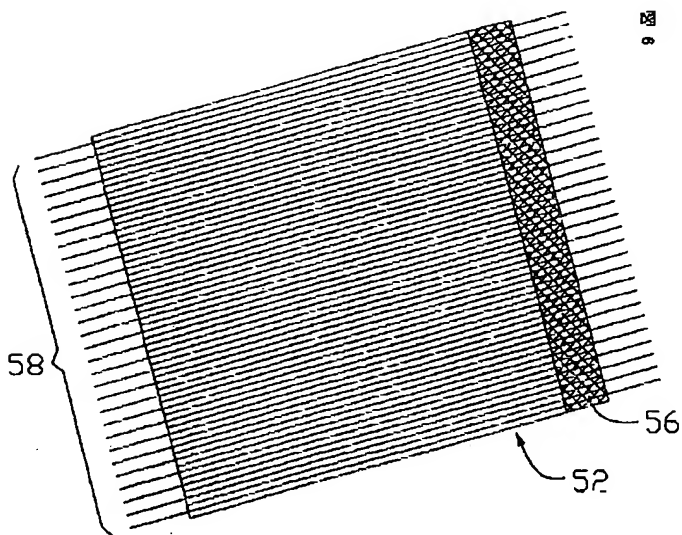
【図5】



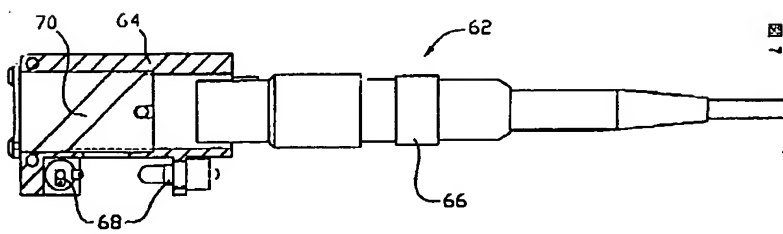
【図13】



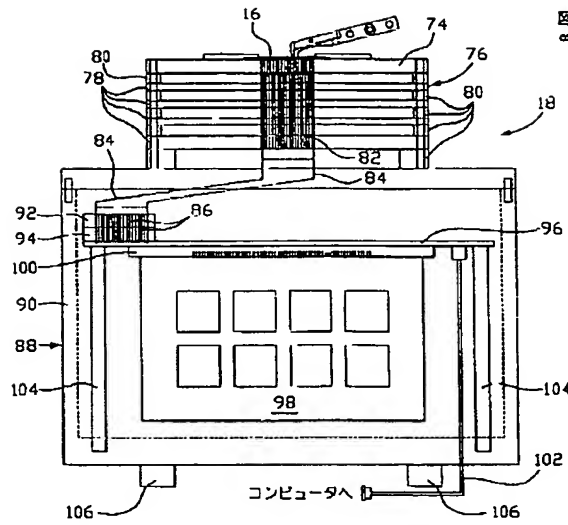
【図6】



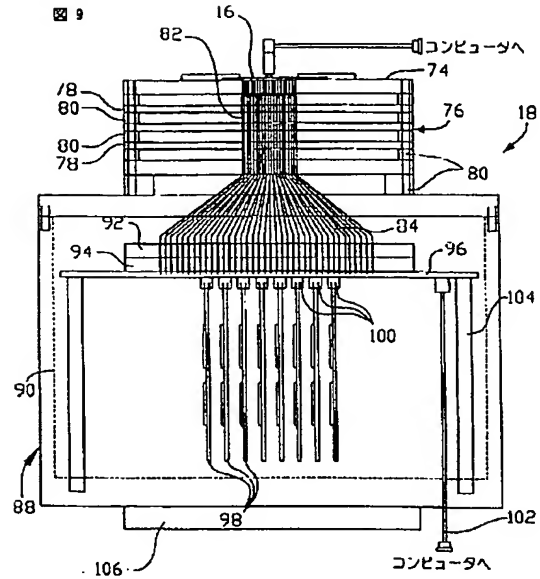
【図7】



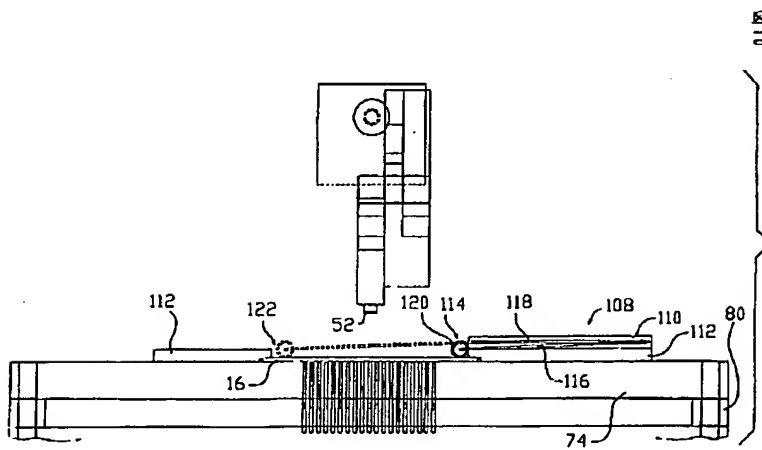
【図8】



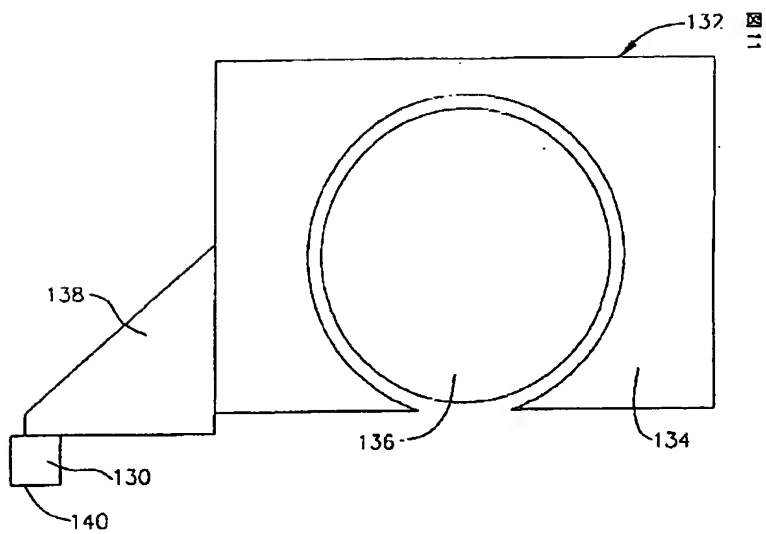
【図9】



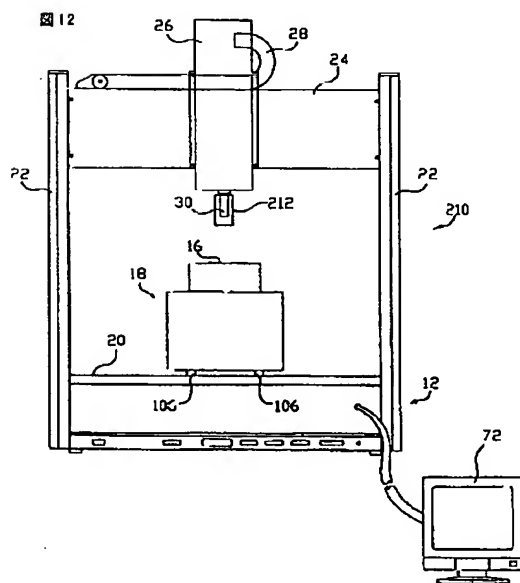
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷
H05K 3/00

識別記号

FI
G01R 31/28

(参考)

L

【外国語明細書】

1. Title of Invention

SCAN TEST MACHINE FOR DENSELY SPACED TEST SITES

2. Detailed Description of Invention

CROSS-REFERENCE TO RELATED APPLICATIONS

This application is a continuation-in-part of Application No. 09/235,041, filed January 21, 1999; which is a continuation-in-part of Application No. 09/158,823, filed September 23, 1998; which are incorporated herein by reference.

FIELD OF THE INVENTION

This invention relates to the automatic testing of printed circuit boards, and more particularly, to a scan testing machine for testing densely arranged test sites on a surface of a printed circuit board through the use of plasma gas directed across the surface of the printed circuit board in contact with the test sites to energize the circuit and produce test signals.

BACKGROUND OF THE INVENTION

Automatic test equipment for checking printed circuit boards has long involved use of a "bed of nails" test fixture in which the circuit board is mounted during testing. This test fixture includes a large number of nail-like spring-loaded test probes arranged to make electrical contact under spring pressure with designated test points on the circuit board under test, also referred to as the unit under test or "UUT." Any particular circuit laid out on a printed circuit board is likely to be different from other circuits, and consequently, the bed of nails arrangement for contacting test points in the board must be customized for that particular circuit board. When the circuit to be tested is designed, a pattern of test points to be used in checking it is selected, and a corresponding array of test probes is configured in the test fixture. This typically involves drilling a pattern of holes in a probe plate to match the customized array of test probes and then mounting the test probes

in the drilled holes on the probe plate. The circuit board is then mounted in the fixture superimposed on the array of test probes. During testing, the spring-loaded probes are brought into spring-pressure contact with the test points on the circuit board under test. Electrical test signals are then transferred from the board to the test probes and then to the exterior of the fixture for communication with a high-speed electronic test analyzer which detects continuity or lack of continuity between various test points in the circuits on the board.

Various approaches have been used in the past for bringing the test probes and the circuit board under test into pressure contact for testing. One class of these fixtures is a "wired test fixture" in which the test probes are individually wired to separate interface contacts for use in transmitting test signals from the probes to the external electronically controlled test analyzer. These wired test fixtures are often referred to as "vacuum test fixtures" since a vacuum is applied to the interior of the test fixture housing during testing to compress the circuit board into contact with the test probes. Customized wire test fixtures of similar construction also can be made by using mechanical means other than vacuum to apply the spring force necessary for compressing the board into contact with the probes during testing.

The wire-wrapping or other connection of test probes, interface pins and transfer pins for use in a wired test fixture can be time intensive. However, customized wired test fixtures are particularly useful in testing circuit boards with complex arrangements of test points and low-volume production boards where larger and more complex and expensive electronic test analyzers are not practical.

As mentioned previously, the customized wired test fixtures are one class of fixtures for transmitting signals from the fixture to the external circuit tester. A further class of test

fixtures is the so-called "dedicated" test fixtures, also known as a "grid-type fixture," in which the random pattern of test points on the board are contacted by translator pins which transfer test signals to interface pins arranged in a grid pattern in a receiver. In these grid-type testers, fixturing is generally less complex and simpler than in the customized wired test fixtures.

A typical dedicated or grid fixture contains test electronics with a huge number of switches connecting test probes in a grid base to corresponding test circuits in the electronic test analyzer. In one embodiment of a grid tester as many as 40,000 switches are used. When testing a bare board on such a tester, a translator fixture supports translator pins that communicate between a grid pattern of test probes in a grid base and an off-grid pattern of test points on the board under test. In one prior art grid fixture so-called "tilt pins" are used as the translator pins. The tilt pins are straight solid pins mounted in corresponding pre-drilled holes in translator plates which are part of the translator fixture. The tilt pins can tilt in various orientations to translate separate test signals from the off-grid random pattern of test points on the board to the grid pattern of test probes in the grid base.

Translator fixtures can be constructed and assembled with a plurality of translator plates made from a plastic material such as lexan. The translator plates are stacked in the fixture between corresponding sets of spacers aligned with one another vertically to form "stand-offs" spaced apart around the periphery of the fixture. The spacers hold the translator plates in a fixed position spaced apart vertically from one another and reasonably parallel to each other. The translator plates at each level of the fixture have pre-drilled patterns of alignment holes that control the position of each tilt pin in the translator fixture.

Several problems are associated with these types of test fixtures when the test points on the printed circuit board are positioned very closely together and are very thin. Individual test points are commonly referred to as test pads, and a group of test pads are commonly known as a test pack. When the tilt pins contact very thin test pads, the pads can be crushed or bent by the tilt pins. Depending upon the degree of damage to the test pads, and how closely they are positioned, individual pads can be permanently shorted together during testing.

A second problem occurring with these types of test fixtures is the difficulty in achieving accurate test results for a test pack when the pads are very closely spaced. It becomes very difficult to direct a tilt pin to each pad within the pack when the pads are so closely spaced. Slight misalignments of test pins can affect the test results, reducing test accuracy.

A third problem is encountered for packs having a grid density of pads which is greater than the grid density of the test probes, such as when the test pack is formed as a ball grid array (BGA) or a quad flat pack (QFP). In such instances there are not enough translation pins available for testing each test pad and thorough testing of the pack is not possible.

To address these problems a printed circuit board test fixture capable of accurately and safely testing circuit boards having small scale test packs was developed which included a pneumatically actuated shorting plate positioned in the fixture corresponding to the location on the printed circuit board where a group of very closely spaced test points were to be tested. A hole was cut through the upper translator plates corresponding to the dimension of the shorting plate to allow the shorting plate to engage the unit under test. A layer of compliant conductive media was positioned over the upper surface of the shorting plate for electrical connection to the test points. The shorting plate included a snap fitting for attachment to an air

cylinder extending downwardly through the layers of translator plates. The air cylinder was attached at the bottom of the fixture by a base plug which snaps into a base receptacle rigidly secured to a lower translator plate of the fixture.

During testing of the unit under test, the air cylinder was energized, raising the shorting plate into contact with the test pack, effectively shorting them together for testing without bending or damaging the test points.

A problem with this method is that since all the test sites are shorted together during testing it can not be determined whether one or more individual test sites within the pack are incorrectly shorted together.

An alternative method for testing densely spaced test packs is with a probe to touch each individual pad within the pack. This method is undesirable due to the extremely time consuming process.

Consequently a need exists for test equipment for testing printed circuit boards having small scale or densely spaced test sites, which accurately, safely and quickly produces the test results.

SUMMARY OF THE INVENTION

The present invention comprises a scan test machine for testing closely spaced test sites on a printed circuit board. The scan test machine comprises a robotically controlled wiper brush moved across the top of the test sites to scan the test locations. The scan test machine comprises a desk top assembly robot having a test head positioned over the printed circuit board to be tested. The test head includes the wiper brush which is moved across the surface of the printed circuit board and in contact with the test pads to scan the test sites positioned on the surface of the printed circuit board. The printed circuit board is positioned upon a test fixture located on the base of

the assembly robot, the test fixture includes a plurality of test probes for contacting the test sites located on an opposite surface of the printed circuit board. The test signals generated from both the wiper brush and the dedicated fixture are transmitted to an external electronically controlled test analyzer. The wiper brush can also be used in conjunction with a flying probe.

In an alternative embodiment, a conductive roller assembly is positioned adjacent one of the printed circuit board hold down blocks on the test fixture. The roller assembly includes a conductive cloth positioned around a roller which is moved across the surface of the circuit board to transmit test signals from the test sites to the test analyzer.

In a second embodiment, the scan test apparatus of the present invention includes a laser, electron beam or other non-contact energy source positioned over the unit under test to energize the circuit and generate test signals for the test fixture located on the opposite side of the circuit board. Specifically a preferred non-contact energy source is a column of ignited plasma gas.

These and other aspects of the invention will be more fully understood by referring to the following detailed description in the accompanying drawings.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

FIG. 1 is a front view of the scan test machine of the present invention;

FIG. 2 is a front view of the test head assembly of the scan test machine of FIG. 1;

FIG. 3 is a side view of the test head of FIG. 2;

FIG. 4 is a front view of the wiper brush assembly of the test head of FIG. 3;

FIG. 5 is an enlarged detail of the wiper brush assembly of FIG. 4;

FIG. 6 is a top view of the wiper brush of FIG. 5;

FIG. 7 is a side view of the camera assembly of the test head of FIG. 2;

FIG. 8 is a front view of the test fixture of FIG. 1;

FIG. 9 is a side view of the test fixture of FIG. 8;

FIG. 10 is a side view detail of the optional roller assembly for the scan test machine of FIG. 1;

FIG. 11 is a schematic side view of the wiper brush assembly in combination with a flying probe;

FIG. 12 is a front view of the scan test machine of the present invention incorporating a non-contact energy source; and

FIG. 13 is a detail view of the non-contact energy source of FIG. 12 including a plasma source.

DETAILED DESCRIPTION

The scan test machine 10 of the present invention is shown in Figure 1. The scan test machine comprises a desk top assembly robot 12 having a test head 14 positioned over the printed circuit board to be tested or UUT 16. The UUT is positioned upon a test fixture 18 located upon a base 20 of the robot 12. The robot 12 includes vertical supports 22 connected to each side of the base 20. The vertical supports are connected to either side of the base 20 along tracks (not shown) positioned along the sides of the base such that the vertical supports can move back and forth along the sides of the base. A gantry 24 is rigidly connected between the upper portion of the vertical supports above the base 20. Positioned on the gantry 24 is a robot head 26 which is movable from side to side along the gantry. Power is provided to the robot head through a wiring track 28 connected to the robot head. At the lower end of the robot head is a spindle 30 which can rotate in either direction 360 degrees. The

gantry 24 is connected to the vertical supports 22 along tracks (not shown) such that the gantry and the robot head can be moved vertically up and down along the length of the vertical supports. A suitable robot would be a SONY CASTRO machine.

The test head 14 is connected to the spindle and is shown in more detail in Figures 2 and 3. Referring to Figures 2 and 3 the test head 14 includes a mounting block 32 fastened to the robot spindle 30. Connected along a side of the mounting block is a support arm 34 which extends downwardly towards the printed circuit board or unit under test 16. Positioned on the lower end of the support arm 34 is an angled mount 36 which is also shown in more detail in Figure 4. An adjusting arm 38 is positioned below the angled mount 36 and is connected to the angled mount by a flange 40 (see Figure 3) extending downwardly from the angled mount 36. The flange 40 is rigidly secured along a recess in the side of the angled mount by a plate 42 which clamps the flange 42 to the angled mount 36. The adjusting arm 38 is secured to the lower end of the flange 40 by bolts 44. The angle of the adjusting arm can be adjusted by bolt 46 passing through angled mount 36 and against the upper surface of the adjusting arm. Bolt 46 is adjusted to compress spring 48 also positioned within a channel 50 in mounting block 36 which presses against the upper surface of the adjusting arm 38.

A wiper brush 52 is positioned on the end of the adjusting arm 38 and is held in position by a clamp 54 secured to the upper surface of the adjusting arm as shown best in Figure 5. The wiper brush 52 is held between the clamp 54 and the adjusting arm 38 by the wiper bar 56 extending across the length of the brush wires 58. As best seen in Figure 6, the wiper brush 52 includes a plurality of individual brush wires 58 preferably each .003 inches in diameter. The plurality of small diameter brush wires have independent compliance with each other, and each wire includes a contact surface smaller than the test pads or sites.

The wiper brush can include any desired number of brush wires depending upon the particular requirements for the unit under test. In addition to using a brush, the wiper can be a modified flex circuit, conductive cloth or other compliant conductive material. As discussed in more detail subsequently, the wiper brush is moved across the upper surface of the unit under test 16 such that it contacts in succession the test sites 60 to scan the test signals.

Referring again to Figures 1 and 2 the test head also includes a camera assembly 62 connected to the lower surface of the mounting block 32. As also shown in Figure 7 the camera assembly 62 includes a housing 64 for clamping the camera 66 to the mounting block 32. The camera is typically a mini CCD camera such as an Elmo 421E. The housing includes lights 68 and a mirror 70 for reflecting the image of the position of the test sites to a computer terminal 72 for viewing the test site location during testing.

As stated earlier, the unit under test 16 is positioned upon a test fixture 18 as shown in more detail in Figures 8 and 9. The test fixture shown is a dedicated fixture wherein the unit under test is positioned upon the top plate 74 of a translator fixture 76 which has a plurality of translator plates 78 separated by spacers 80. The translator plates include a plurality of pre-drilled holes which are spaced apart in rows and columns corresponding to the pattern of test sites located on the lower surface of the unit under test. The translator fixture supports a plurality of translator pins or test probes 82 positioned within the pre-drilled holes in the translator plates. Depending upon the particular application, the test probes can be straight solid translator pins or conventional spring probes. Preferably the test probes are conventional spring probes. The test probes extend through the top plate 74 to make contact with test sites located on the bottom surface of the unit under test.

The lower end of the test probes have wire wrap tails to accommodate fixture wiring 84 to translate the test signals to the test probes 86 positioned in the lower fixture 88.

The translator fixture can be constructed and assembled with a plurality of translator plates made from plastic material such as Lexan. The translator plates are separated by the spacers 80 which support the translator fixture above the lower fixture 88.

The lower fixture includes a housing 90 which contains additional test electronics. Located within the housing is a terminal block mounted on a second board mounted terminal block 94. Terminal block 92 and board mounted terminal block 94 have a plurality of pre-drilled holes which are aligned to receive test probes 86. Blocks 92 and 94 are positioned upon a switch card circuit board 96. The switch card circuit board includes electrical connections for translation of the test signals through to switch cards 98 connected to the lower surface of the switch card circuit board by edge card connectors 100. The switch cards contain electronics 99 with a number of switches which connect test probes 86 to corresponding test circuits in the external electronic test analyzer (not shown) through conduit 102. The switch card circuit board 96 is supported within housing 90 by vertical supports 104. The entire dedicated fixture 18 is connected to the base 20 of the robot 12 by support blocks 106 attached to the base through tracks (not shown) so that the entire translator fixture can be moved from front to back of the robot along the base.

It is to be understood that although the dedicated fixture is positioned on the robot so that both sides of the unit under test can be tested, it is to be understood that if only one side of the unit under test includes test site locations, the unit under test can be positioned upon a support on the base of the robot and the wiper brush can be used to scan the desired test

locations. Alternatively other types of test fixtures can be used to support the unit under test on the base of the robot.

Referring now to Figure 10, the scan tester of the present invention can also include a conductive roller assembly 106 for transmitting test signals from the test sites to the external test electronics. The conductive roller assembly includes a housing 110 which is positioned on a unit under test hold down block 112. The housing contains a linear motor or a pneumatic actuator (not shown) for moving back and forth the conductive roller 114. The roller has a layer of conductive material, such as cloth or rubber, to transmit the test signals. The conductive roller is attached to fingers 116 which is connected to the linear motor or pneumatic actuator. The fingers 116 extend into the housing 110 through a slot 118 located along the side of the housing so that the finger can be moved back and forth across the surface of the unit under test. The conductive roller is wired in parallel with the wiper brush and can be used in conjunction with or separately from the wiper brush to transmit the test signals. The conductive roller is shown in both its retracted position 120 and its extended position 122.

In use the robot moves the test head into position such that the wiper brush successively contacts the test sites on the unit under test to transmit test signals to the external test electronics. Test signals from the test sites on the lower surface of the unit under test are transmitted through the dedicated fixture to the external test electronics. In addition test signals can also be transmitted through the conductive roller to the external test electronics. The movements of the test head by the robot are controlled through software programmed for the particular test site pattern on the unit under test. The wiper brush provides for the testing of closely spaced test sites quickly by individually contacting each test location if desired.

FIG. 11 illustrates the wiper assembly 130 in combination with a flying probe 132. Flying probe 132 includes a body portion 134 positioned on a rod 136 and arm 138 extending from the body portion for supporting the wiper assembly 130. The flying probe is a conventional probe which moves in the x, y and z directions as well as being capable of rotating to move the wiper brush 140 across test sites.

FIG. 12 illustrates a preferred embodiment scan test machine 210 of the present invention. The scan test machine 210 comprises a desk top assembly robot 12 as shown and described with respect to FIG. 1. The robot 12 includes a non-contact energy source 212 attached to the spindle 30 of the robot. The non-contact energy source 212 can be a laser that produces optical radiation using a population inversion to provide light amplification by stimulated emission of radiation and an optical resonant cavity to provide positive feedback or an electron gun which comprises an electrode structure that produces and controls an electron beam. Other energy producing non-contact devices are also contemplated. The non-contact energy source 212 is positioned over the unit under test 16 and directs the laser beam or electron beam onto the unit under test to energize the circuit on the unit under test.

A preferred non-contact energy source 212 is plasma. As shown in FIG. 13, source 212 includes a reservoir 214 of plasma. The plasma is fed to a nozzle 216 which directs a column 218 of plasma gas through a plate 220. The column of plasma gas is ignited by an ignitor 222 to energize the unit under test. With the unit under test energized, the test probes 82 located in the test fixture 18 translate test signals to the external test electronics as discussed in detail in reference to FIGS. 8 and 9.

Although the present invention has been described and is illustrated with respect to a preferred embodiment thereof, it

(23) 01-272431 (P2001-272431A)

is to be understood that it is not to be so limited, since changes and modifications may be made therein which are within the full intended scope of this invention as hereinafter claimed.

4. Claims

1. A tester for printed circuit boards comprising:
a fixture for mounting a printed circuit board; and
a test head mounted above the fixture including a non-contact energy source for energizing a test circuit on the circuit board to test sites on the circuit board.
2. The tester of claim 1 wherein the non-contact energy source is plasma.
3. The tester of claim 1 wherein the test head comprises:
a plasma reservoir;
a nozzle connected to the plasma reservoir for delivering a column of plasma gas; and
an ignitor for igniting the plasma gas.
4. The tester of claim 1 further comprising a robot connected to a test head to move the test head in a three-dimensional plane.
5. The tester of claim 1 wherein the fixture is a translator fixture having a plurality of essentially parallel and vertically spaced apart translator plates having selected patterns of holes aligned in the translator plates for containing and supporting test probes for contacting a second surface of the circuit board.
6. The tester of claim 4 wherein the test head is mounted on a spindle of the robot, and the energy source is a plasma source positioned on the spindle for directing an ignited column of plasma gas at the circuit board.

7. A tester for printed circuit boards comprising:
 - a test fixture for mounting a printed circuit board to be tested;
 - a test head mounted above the fixture having non-contact means for energizing the circuit board to test sites on the circuit board; and
 - a robot connected to the test head to move the test head in a three-dimensional plane.
8. The tester of claim 7 wherein the test fixture includes a plurality of essentially parallel and vertically spaced apart fixture plates having selected patterns of holes aligned in the fixture plates for containing and supporting test probes for contacting a second surface of the circuit board.
9. The tester of claim 7 wherein the non-contact means is a plasma source rigidly positioned at an end of the test head for directing a laser beam onto the circuit board.
10. The tester of claim 9 wherein the plasma source comprises:
 - a plasma reservoir;
 - a nozzle connected to the reservoir for delivering a column of plasma gas; and
 - an ignitor for igniting the plasma gas.

FIG. 1

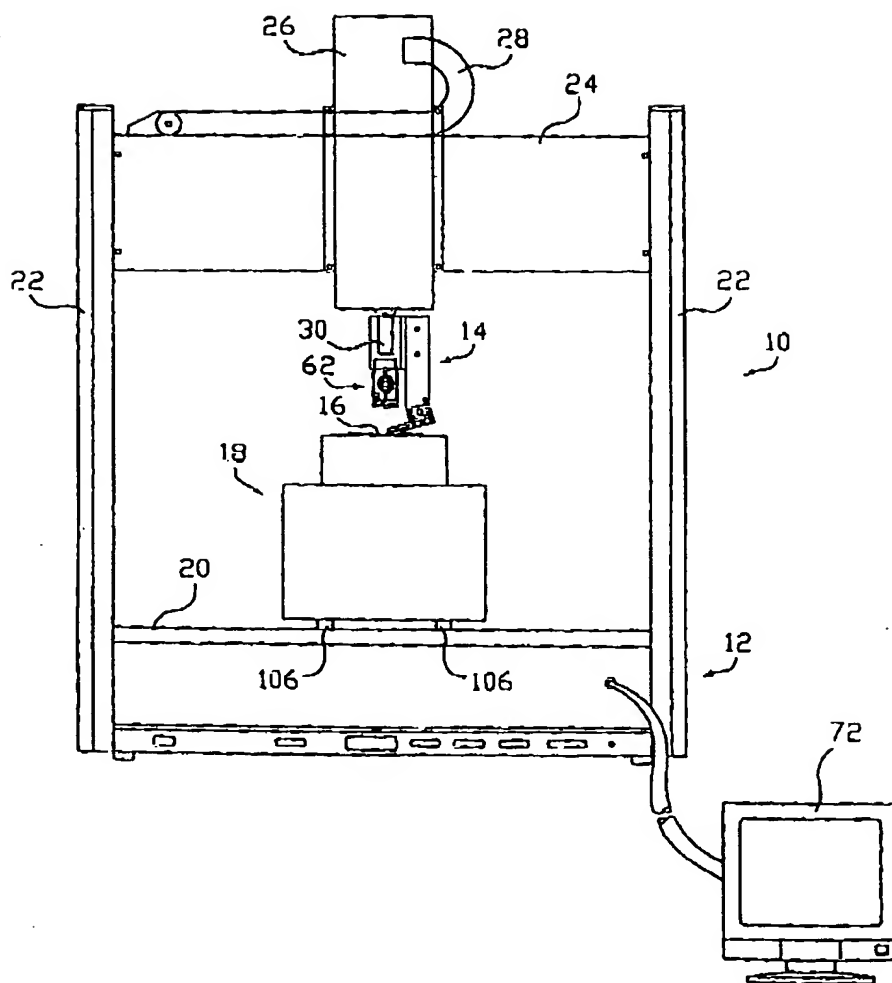


FIG. 2

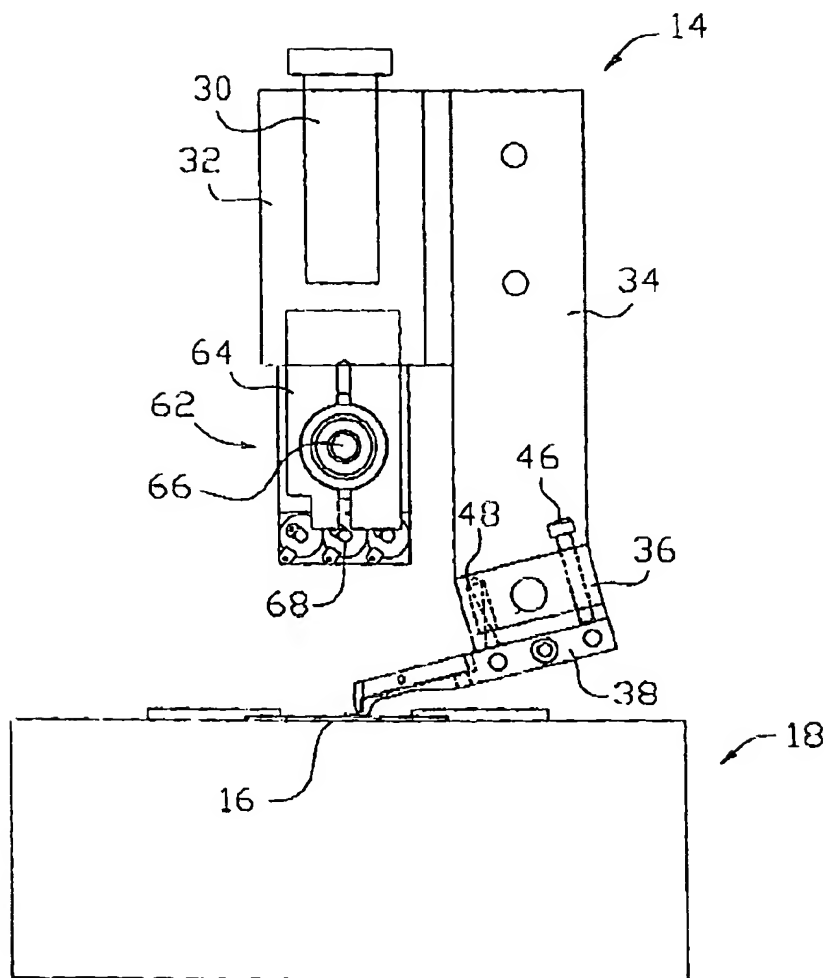
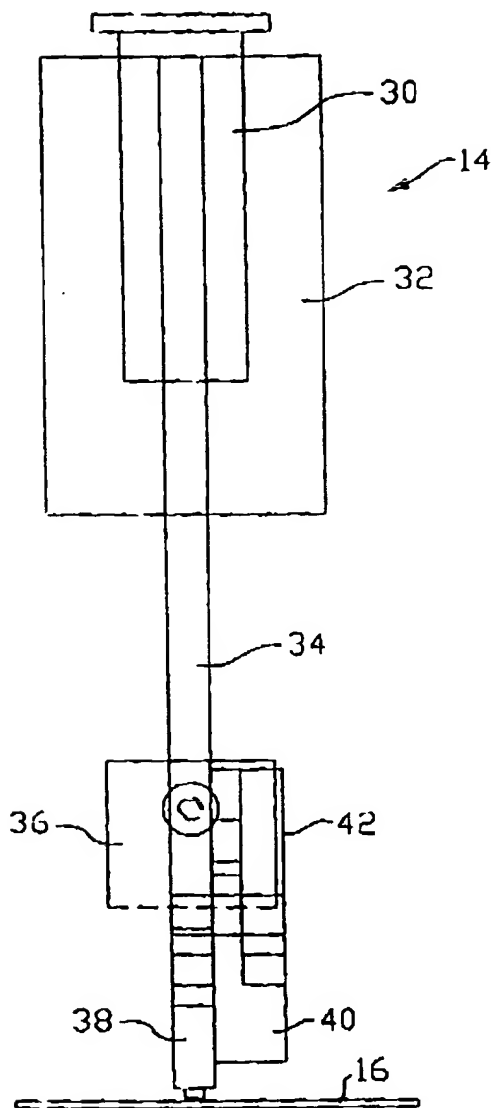


FIG. 3



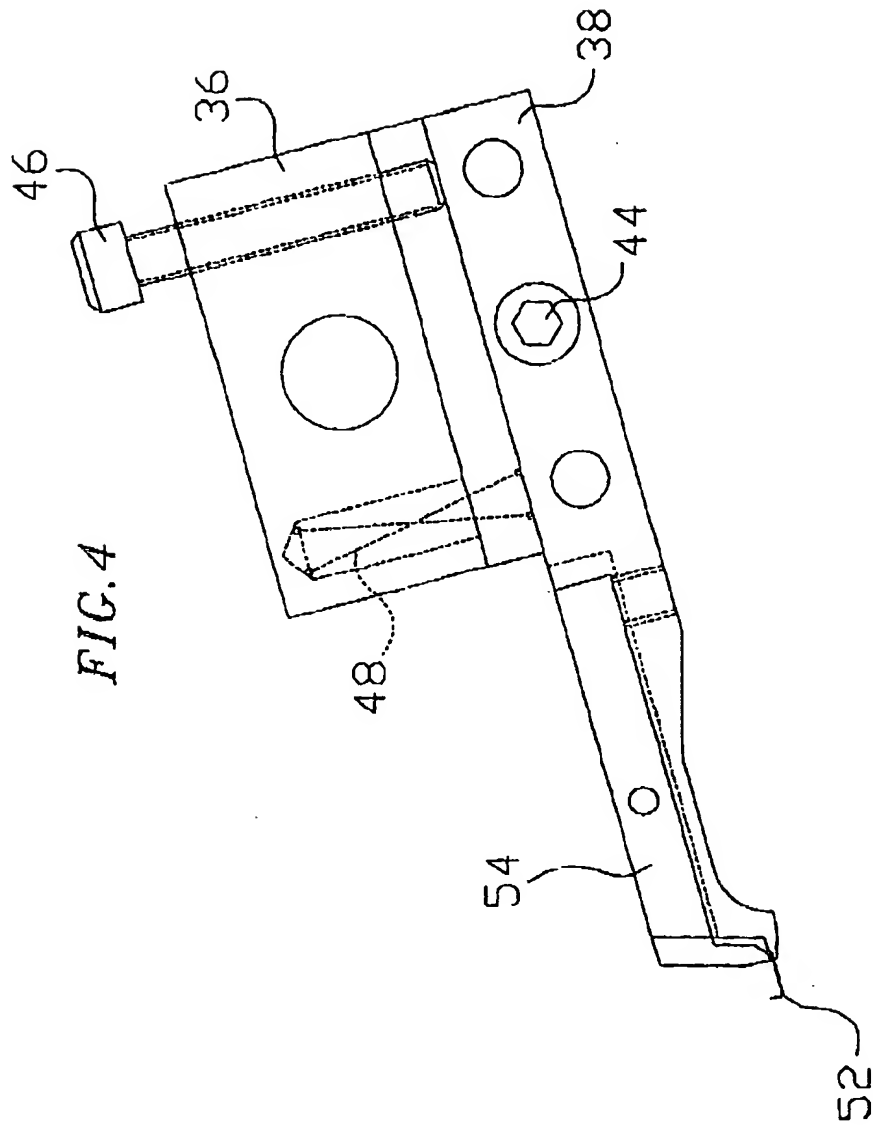


FIG. 5

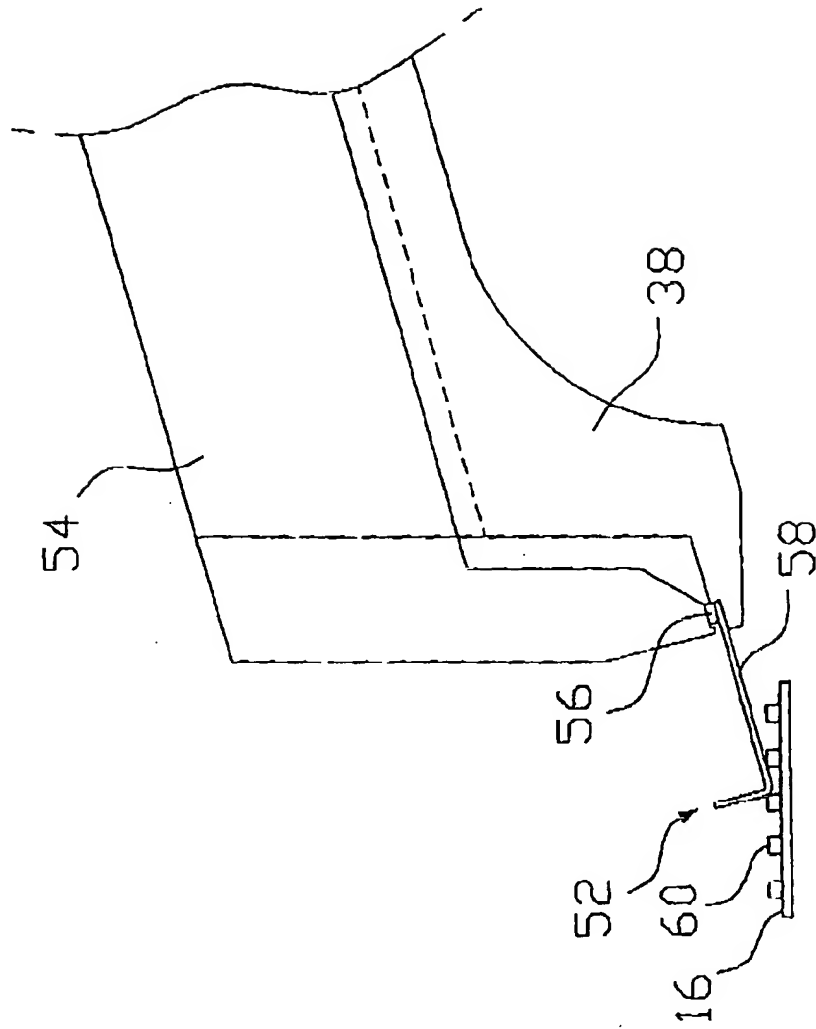


FIG. 6

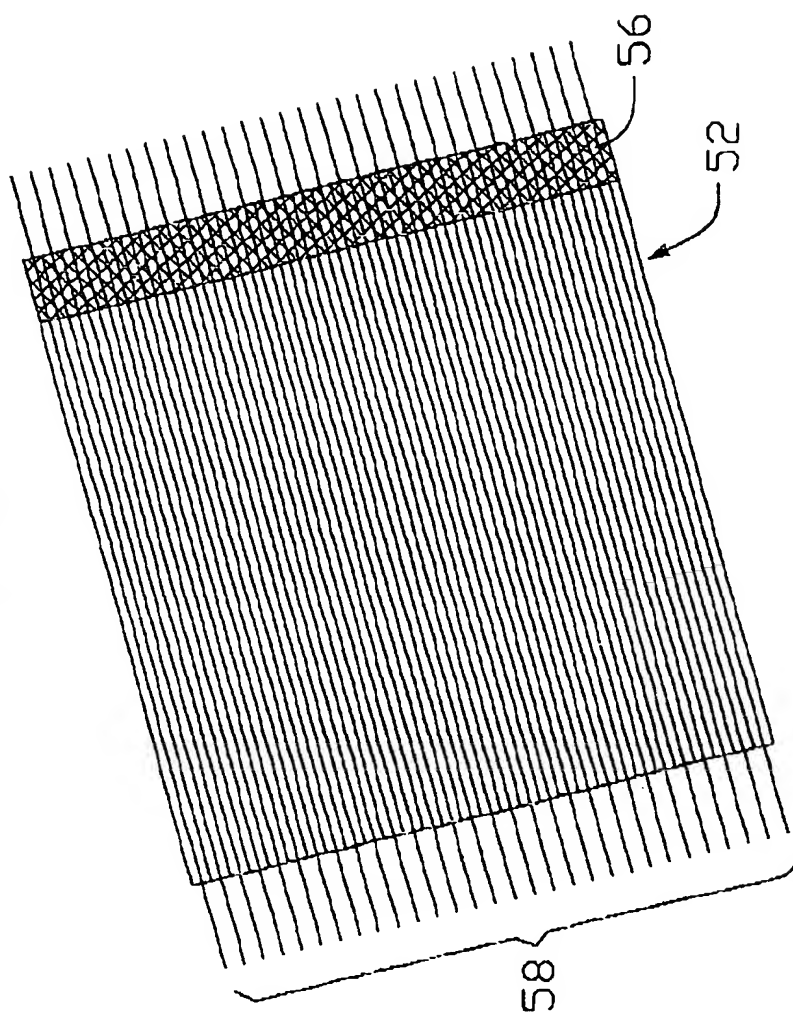


FIG. 7

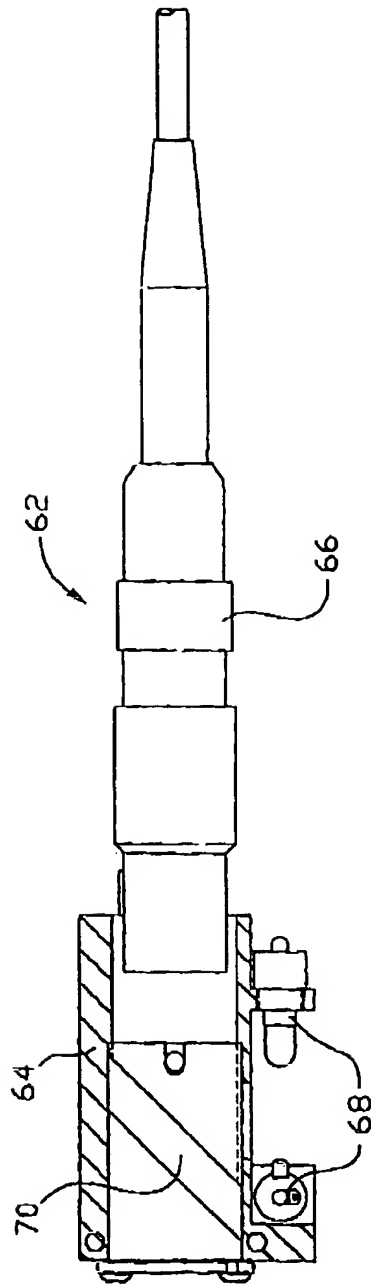


FIG. 8

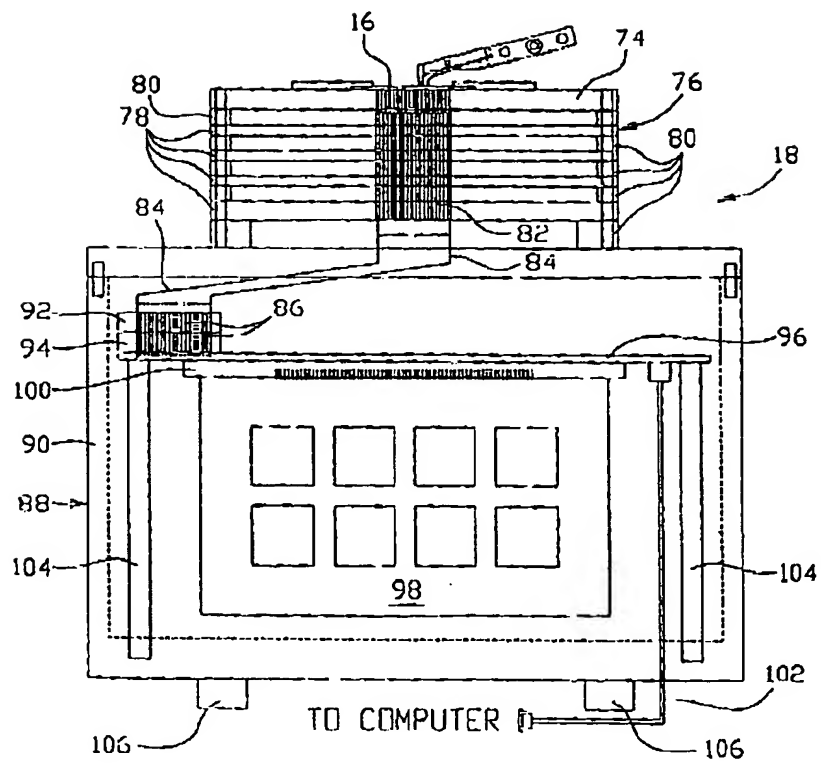


FIG. 9

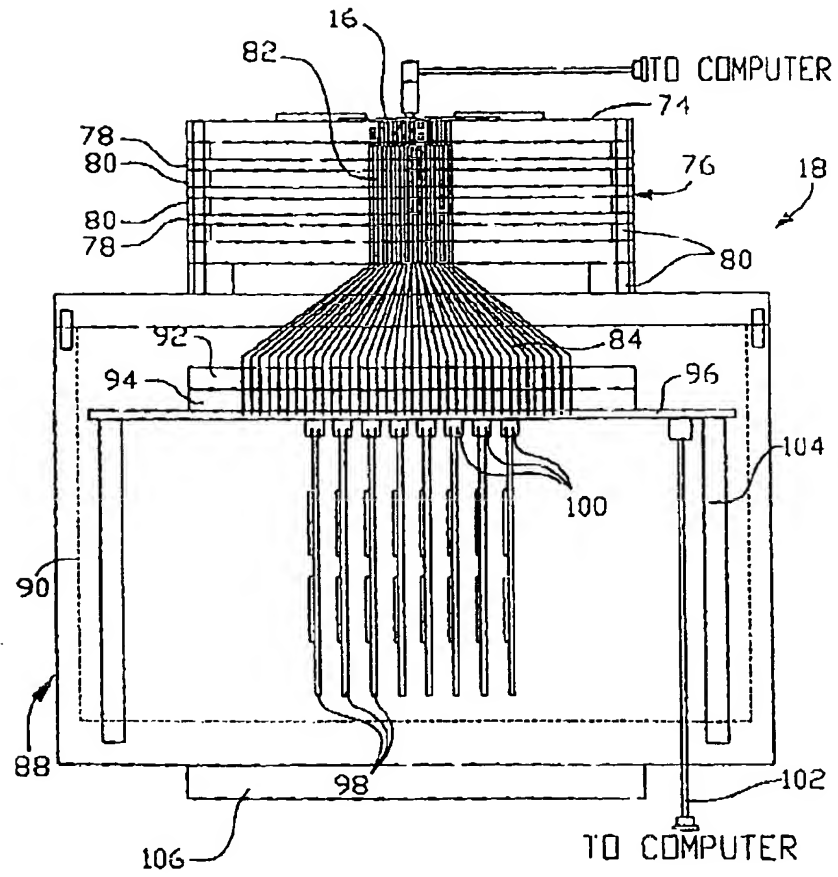
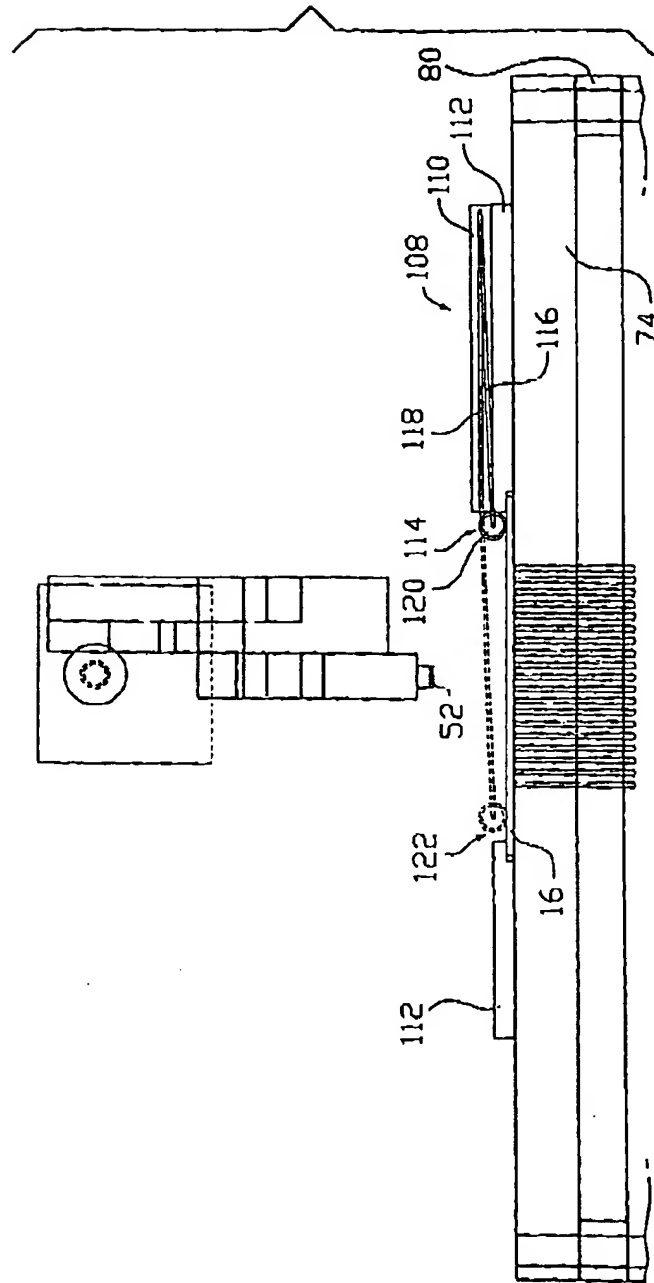


FIG. 10



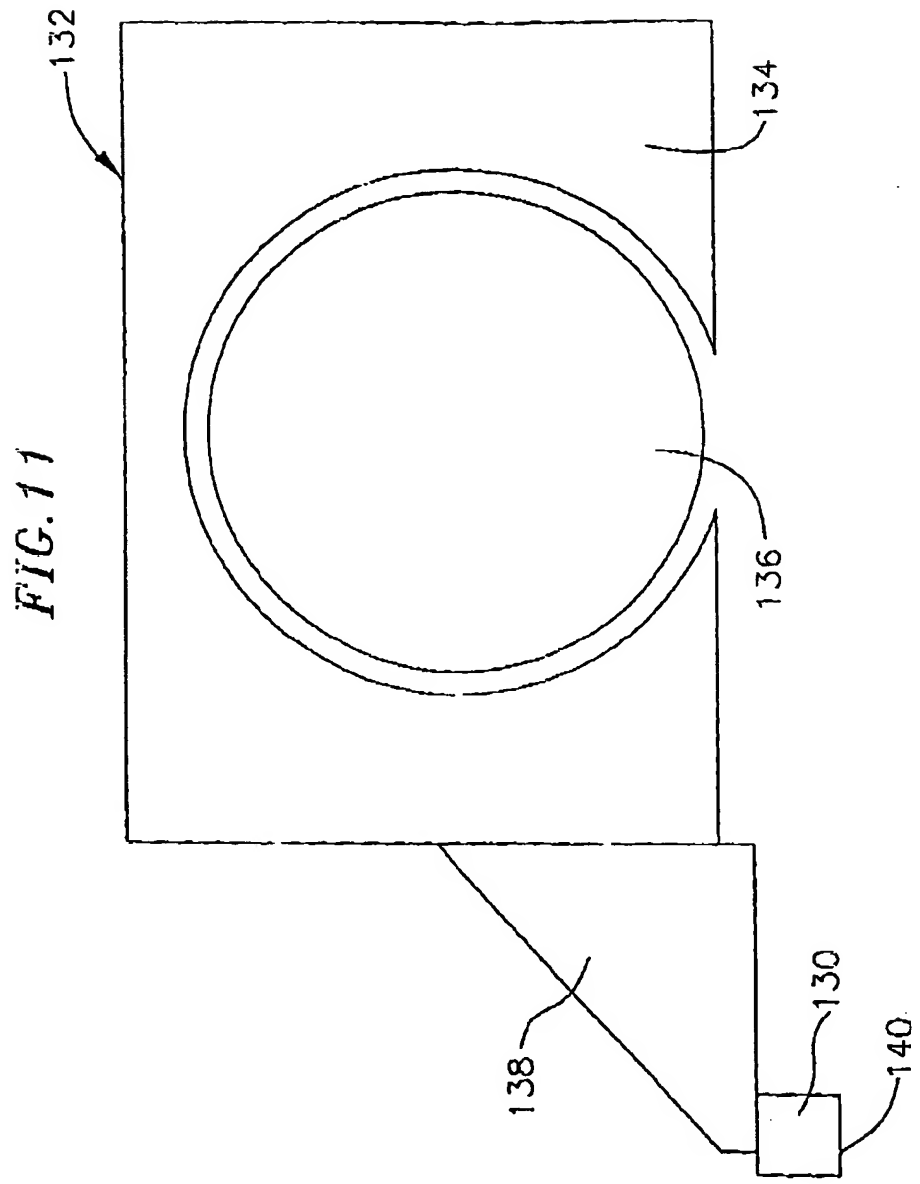


FIG. 12

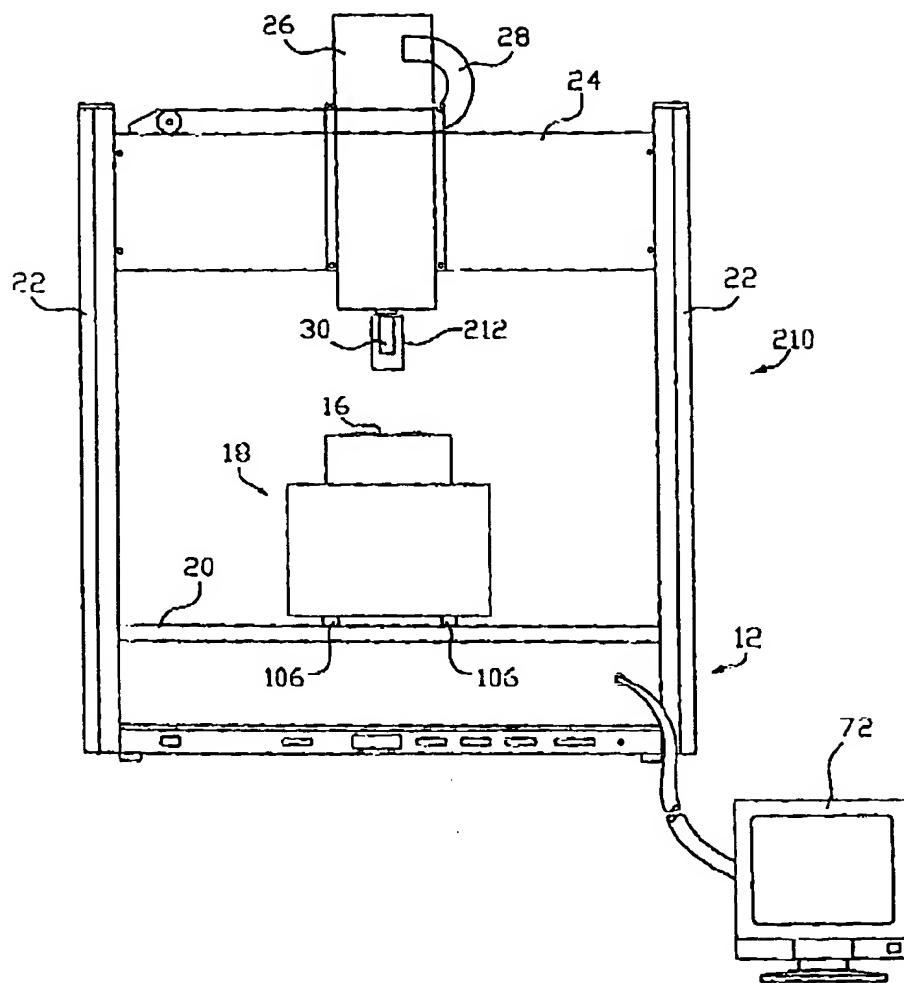
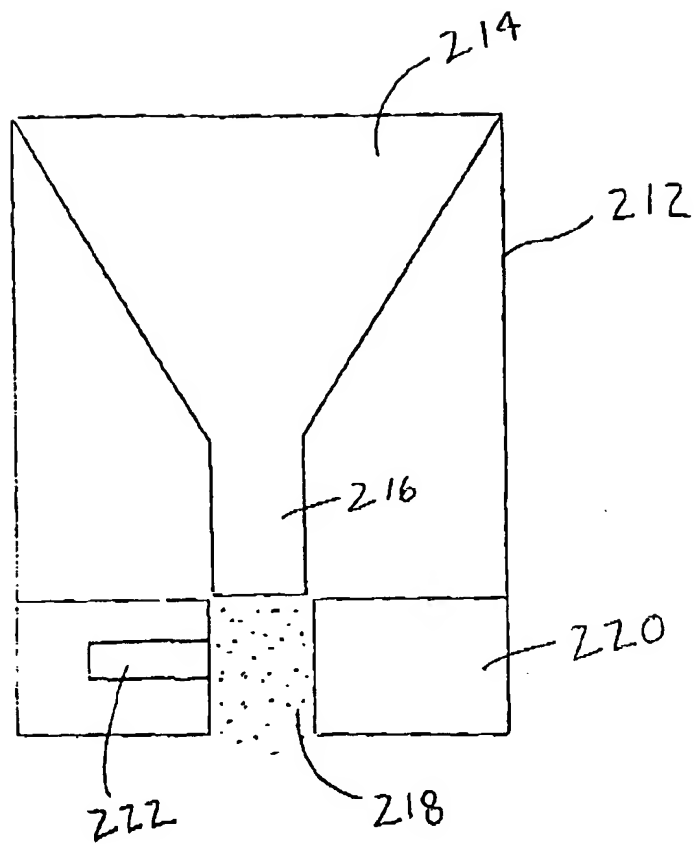


FIG. 13



1. Abstract

A scan tester for printed circuit boards capable of testing densely spaced test locations on the circuit board.

The board including a desk top robot having a test head positioned over the circuit board and movable in a three-dimensional plane. The test head includes a non-contact energy source such as a source of plasma located at an end of the test head for energizing the test locations of the printed circuit board. The printed circuit board is mounted on a test fixture having a plurality of translator plates and translator pins for contacting a second surface of the printed circuit board to translate test signals to an electronic test analyzer.

2. Representative Drawing

Fig. 1

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.